

GP = 1956

PATENT  
USSN 09/375,267  
Atty Docket 99108

#6

9-22-00

08/Aug/00

3700

ACKWN  
3728

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

HANS LÖSCHNER, ET AL.

For: PARTICLE MULTIBEAM LITHOGRAPHY

Serial No. 09/375,267

Filed: August 17, 1999

Group Art Unit:

1756

Examiner: ACKWN  
UnknownTRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT  
AND ENGLISH TRANSLATION THEREOF

TO:

Assistant Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Applicants are herewith submitting a Certified Copy of the priority document from which the subject application claims priority, namely: Austrian Application No. A 1415/98 filed august 19, 1998, together with an English translation thereof.

Respectfully submitted,

Thomas R. Vigil

Reg. No. 24,542

RECEIVED

AP 13 2000

Dated:  
October 7, 1999.

TECHNOLOGY CENTER 2800

VIGIL & ASSOCIATES  
836 South Northwest Highway  
Barrington, ILLINOIS 60010  
Telephone: (847) 382-6500  
Facsimile: (847) 382-6895

## CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, DC 20231 on

Date 10/7/99

T. R. Vigil

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

SEARCHED  
INDEXED  
SERIALIZED  
FILED  
APR 1 1978  
U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1976 7-1400-1



AUSTRIAN PATENT OFFICE  
WIEN I., KOHLMARKT 8 - 10

fee exempt  
§14, TP1(3) fee law 1957

Serial Number A 1415/98

The Austrian Patent Office confirms that

the company **IMS-Ionen Mikrofabrikations Systeme GmbH**  
in **A-1020 Vienna, Schreygasse 3,**

on August 19<sup>th</sup>, 1998 has presented a patent application concerning

“Ion Multibeam Lithography”,

and that the attached description including the drawing fully corresponds to the description and the drawing as presented with said original patent application.

The designation of Hans Löschner, Dr., in Vienna as inventor has been required.

Austrian Patent Office

Vienna, August 5<sup>th</sup>, 1999

The President:

RECEIVED  
SEP 13 2000  
TECHNOLOGY CENTER 2800

RECEIVED  
OCT 14 2000  
TC 100 MAIL ROOM

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ION MULTIBEAM LITHOGRAPHY

The invention refers to an apparatus for multibeam lithography by means of electrically charged particles, having a particle source and a collimator optical system for producing a particle beam which is substantially homogeneous across its cross-section, and a multibeam optical system positioned after the collimator optical system as seen in the direction of the beam for dividing the beam into a plurality of sub-beams and focusing the sub-beams onto the surface of a substrate, wherein the multibeam optical system comprises at least one aperture plate comprising an array of a corresponding plurality of apertures to generate said sub-beams.

Likewise, the invention relates to a method for multibeam lithography by means of electrically charged particles, wherein a particle beam is produced by a particle source, transferred into a beam which is substantially homogeneous across its cross-section and divided into a plurality of sub-beams, the sub-beams being formed by means of at least one aperture plate having an array of a corresponding plurality of apertures, and the sub-beams are focused onto the surface of a substrate.

A multibeam lithography system of this kind is depicted, for instance, in the article "Characteristics and Applications of Multiple-Beam Machines" of J.J. Muray, Microelectronics Engineering 9 (1989) pp. 305-309. There, an electron or ion beam is divided by means of an aperture screen which comprises a plurality of apertures whose diameters are small compared with their mutual distances in a regular array, into a corresponding plurality of sub-beams; the sub-beams are focused onto the wafer surface by virtue of the so-called aperture lens or fly's eyes effect of the screen lens apertures.

The use of a plurality of particle beams for lithographic writing serves to raise the throughput while, at the same time, increasing the substrate area being structured - i.e., usually, the area of a wafer - namely by writing structures in different regions of the substrate/wafer simultaneously. In particular, this method can be used for simultaneous writing of wafer dies which are equal one to another and into which the wafer is divided according to a regular array. Moreover, the reduced particle density results in a distinctly lowered influence of the Coulomb interaction within a sub-beam and thus in a smaller contribution to imaging aberrations. However, in view of the precision required for the imaging properties, the technical production facilities for the aperture plates or the corresponding aperture lens arrays are not, or only under prohibitive expenses, available.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

In the conference paper of N. Shimazu *et al.*, "An Approach to Multiple E-Beam System" of the 'International Workshop on High Throughput Charged Particle Lithography', Hawaii, August 11–15, 1997, an electro-optical system with a single electron gun is presented, in which after the cross-over, the beam of the electron gun is split into an array of sub-beams by means of a lens matrix and the cross-over is imaged demagnified onto a wafer by subsequent arrangements of various apertures and objective lenses. There, however, focusing is achieved not by virtue of aperture lens effects, but by objective lenses adapted to that end and having comparatively high numerical aperture. Adjustment of the imaging properties and correction of imaging aberrations via the individual objective lenses is not treated explicitly in said article, nonetheless it would be difficult because of the very restricted conditions of space in the target region. Moreover, often the close position of the substrate to the objective lenses will bring about problems arising from the byproducts of the substrate treatment, for instance the well-known outgassing of resist layers.

A conference paper of T.H.P. Chang *et al.*, "Microcolumn Arrays for High Throughput Lithography" of the same workshop, demonstrate that it is possible to realize a 1 keV electron beam column as a miniature scanning electron microscope having a lateral dimension of 20 mm. By arranging a plurality of miniature columns of this kind side-by-side it is possible to realize a multibeam lithography system. Since each individual miniature column comprises a complete equipment of an electron microscope, the implementation of a multibeam lithography system requires great expenditures during production and maintenance, and in particular during adjustment of the miniature columns.

It is an object of the present invention to make it possible with a multibeam lithography system to adjust the individual beams independently of each other, wherein the multibeam optical system providing for generating the individual beams and focusing onto the substrate shall be affected as little as possible. Moreover, it shall be possible to move the substrate off the particle optical system so as to 'decouple' the wafer plane from the optics.

This object is met, starting from an apparatus as stated in the beginning by providing for each sub-beam a deflection unit positioned after the multibeam optical system, for correcting individual imaging aberrations of the sub-beam with respect to the desired target position and/or positioning the sub-beam during writing on the substrate surface.

This solution offers the advantage that the correction of imaging aberrations of the individual beams can be performed independently of the focusing of the individual beams and, thus, is easier to handle. The use of the deflection unit for beam positioning during writing of the structures, e.g. in a resist cover, allows a relaxed requirement on the accuracy for the mechanical positioning of the wafer.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A preferred embodiment of the apparatus according to the invention uses ions as electrically charged particles. This is advantageous not only due to the distinctly lower wavelength of ions compared with electrons, but also because of the consequential, distinctly smaller numerical aperture that can be achieved with ion optics. As a consequence, the distance between the multibeam optical system and the substrate can be enlarged substantially, which not only allows sufficient space for the deflection unit according to the invention, but also admits the decoupling of the wafer plane from the optics system.

A further favorable variant comprises, for each sub-beam, an electrostatic lens arrangement for adjusting the beam diameter at the substrate surface, thereby simplifying the adjustment of the sub-beams so as to render them equivalent to each other.

In this variant, the electrostatic lens arrangement may be placed within the multibeam optical system, which is advantageous e.g. for reasons of space.

In an advantageous embodiment the deflection units are electrostatic multipole electrodes which enable realization of a plentiful of imaging corrections.

In this case, the realization of the electrostatic multipole electrodes is suitably done by means of microfabrication methods, e.g. using semiconductor technology.

Moreover, it is favorable, for instance in order to simplify the supply and control of the large number of deflection units, if the deflection units of the sub-beams are organized in groups, and the controlling of the beam positioning of the sub-beams can be performed synchronously for each group.

Another advantageous variant uses a reference plate for alignment of the particle optical system, which makes it possible to adjust the optics even without a substrate being present.

In this case it is suitable if the positions of the reference plate and the substrate are adjusted to each other by means of an optical alignment system.

In a further embodiment, which is favorable with respect to its operation handling, several aperture plates are penetrated by the sub-beam, wherein the apertures of the aperture plates have a focusing effect according to the principle of aperture lenses.

The above-cited object is equally well met by a method as stated in the beginning, wherein the beam position of each sub-beam is deflected by means of a respective deflection unit for correcting individual imaging aberrations with respect to the desired target position and/or

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

positioning during writing on the substrate surface.

In an embodiment of the method, which is advantageous with respect to a simplification of the adjusting of the sub-beams, each sub-beam is adjusted with respect to its beam diameter at the substrate surface by means of an electrostatic lens arrangement.

In order to simplify the supply and control of the large number of deflection units, it is advantageous when the deflection units of the sub-beams are controlled in groups respectively, and the sub-beams are positioned synchronously for each group.

In a further variant allowing the adjustment of the particle optical system independently of a substrate, the particle optical system is aligned using a reference plate.

In this case, preferably, the positions of the reference plate and the substrate are adjusted to each other by means of an optical alignment system.

It is further suitable for the realization of the method when the sub-beams penetrate several aperture plates whose apertures have a focusing effect according to the principle of aperture lenses.

In the following, the invention and its further merits are illustrated with respect to a preferred embodiment as shown in the enclosed figures. The figures show:

Fig. 1 a multibeam lithography system according to the invention in a longitudinal sectional view;

Fig. 2 a reference plate for use in the lithography system in a perspective view .

In Fig. 1, schematically shown is an exemplary ion multibeam lithography system 1 according to the invention, which serves to write structures onto a resist-covered wafer substrate 2. The first part of the system, comprising a substantially punctiform particle source 3, in this case an ion source of e.g. helium ions, and a collimator optics system 4, serves to produce a broad ion beam 105 of at least wafer diameter, that is, e.g., 300 mm or 450 mm. A known collimator optics system for producing a particle beam of this kind is disclosed by G. Stengl *et al.* in the DE 196 27 170 A1. The ion beam 5 is substantially homogeneous over its beam width so that the particle flow of the various sub-beams remains within the predefined tolerances.

The broad ion beam 5 impinges telecentric on a system of electrostatic aperture plates 6, which divide the ion beam into a plurality of individual beams and whose openings are shaped such that by virtue of aperture lens effects, individual focused ion sub-beams 107 of a concentrated

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

intensity are realized. The aperture plates 6, together with additional imaging elements associated with the sub-beams 7 represent a multibeam optical system 8 which serves to divide the broad ion beam 5 as well as to precisely image and focus the sub-beams 7 on the substrate 2. In order to adjust the focusing properties of the sub-beams individually, in particular the beam diameter on the substrate surface, an arrangement of electrostatic lenses 9 is provided, which is advantageously arranged between the aperture plates.

For each ion beam, a deflection unit 10, which in the embodiment shown is realized as an electrostatic multipole, as well as a reference plate 11 is situated between the last aperture plate and the substrate. By means of the electrostatic multipole, each ion beam 7 can be adjusted basically independently from the other sub-beams on a spot on the wafer substrate 2. This can be used for the compensation of imaging aberrations which are not corrected by other compensation elements such as the electrostatic lens elements 9. The electrostatic multipoles 10 can be realized, for instance, as multipole electrode arrangements produced by microfabrication methods; this, besides, is equally well possible for the electrostatic lenses 109. Microfabrication methods which are well-known to those skilled in the art from semiconductor technology, allow the generation of structures of minute dimensions in the range of a few millimeters and less and thus are especially suitable for the production of the electrode arrangements used with the invention.

The use of ions offers a number of advantages as compared with electrons. As a consequence of the distinctly smaller wavelength of ions such as, e.g., helium ions – at an energy of 100 keV the wavelength of electrons is about 4 pm, that of Helium ions about 0.05 pm – in an ion optical system a numerical aperture can be achieved which is smaller than that of a corresponding electron optics by two order of magnitudes. Therefore, it is possible to move the wafer plane off the optics by a corresponding offset which *inter alia* reduces possible reverse effects on the optics from the wafer, for instance by substances outgassing from a resist cover. Whereas with electrons of high energy – that is, in the region above about 10 keV – the so-called proximity effect becomes apparent as a serious problem due to scattering in the resist material and backscattering in the substrate and with electrons of low energy crosstalk problems often arise, for ions these problems are encountered to a distinctly lower degree because of their comparatively large masses. Moreover, the sensitivity of resist materials to ions is higher, typically by a factor of 20.

The deflection units 10 may also be used for the beam deflection during operation in order to write the substrate structures. In this case, suitably, the sub-beams 7 are organized into groups, e.g., every second or sixth of the sub-beams, and the deflection of the sub-beams is performed synchronously within each group, in order to simplify feeding supplies and control of the large number of deflecting units 10. As the region over which one sub-beam can be deflected –

THIS PAGE BLANK (USPTO)

typical values are, e.g.,  $10 \times 10 \mu\text{m}$  or  $100 \times 100 \mu\text{m}$  – is small in comparison to the area which is to be written by a sub-beam, this needs to be done in co-operation with a movement of the wafer stage 12. As the deflection unit 10 can perform the positioning of the individual beam 7 on the wafer 2 with high accuracy, for instance by means of the methods described below, the wafer stage 12 is only required to provide for the positioning of the wafer done in terms of distances corresponding to the deflection width (e.g.,  $10 \mu\text{m}$  or  $100 \mu\text{m}$ ) and with relaxed requirements relating to the positioning accuracy. On the other hand, advantageously, the wafer stage needs only be arranged for displacements of, at maximum, the distance of two sub-beams 7, if necessary with an additional margin, that is, for instance, 10 mm in the X and Y directions in the case that the individual sub-beams are spaced apart by 10 mm.

The reference plate 11 shown in Fig. 2 is, for instance, of a hybrid type and composed of a zero-difference plate which comprises a window of e.g. a square shape of appropriate size for each sub-beam and to which silicon wafer parts with registering structures 13 are bonded locally. By means of the electrostatic multipole, each ion sub-beam can be directed to the respective registering mark 13 and scanned along it. The secondary electrons thus produced are registered by means of a secondary electron detector 14 which is associated with the registering mark on the reference plate 11; thus, calibration and positioning of the individual ion beams is possible at any time. A detector 14 is designed for detection of secondary electrons coming, respectively, from one registering mark 13 or one specific group of registering marks. To each sub-beam 7 a window is associated in the reference plate, each having two registering marks which correspond to the X and Y directions, respectively. Moreover, the registering marks may be used during blanking, in that the beam is directed on a registering mark. The adjustment of the wafer – so-called alignment – is, for instance, done optically by means of one or more alignment system(s) 15 which are fixed to a reference plate 11. Alignment systems are already used in standard configurations of the optical lithography; an alignment system suitable for the invention is disclosed, e.g., in the EP 0 294 363 of the applicant (whose disclosure corresponds to that of the US 4,967,088). In order to ensure a high throughput and keep the tracking area of the wafer stage low, several – at least two, preferably four – optical wafer alignment systems 115 operating in parallel are provided, by means of which it is possible to measure the quantities X, Y, rotation, scale and X-Y scale for the wafer exposed as a whole. Thus one aperture plate system is sufficient to meet a plurality of tasks in the lithographic setup.

A wafer exposure is done after an optical alignment by scanning the ion beams operating in parallel within deflection regions which are, as already mentioned, stitched together by displacement of the wafer. For each sub-beam, there is an associated image area on the wafer, and the sub-beams are arranged in a regular array which corresponds to the usually rectangular partitioning of the wafer into chips. For example, each image area may correspond to a chip of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the wafer, which would conform to a  $1 : 1$  relationship. Alternatively, in a  $1 : n$  correspondence every  $n$ -th (second, third, etc.) chip of the wafer is written, and the writing process is repeated a corresponding number of times for the remaining chips after suitable repositioning. Conversely, it is also possible, for instance with large chip fields, to have several beams write in a single chip field; for instance, assuming a chip field size of  $40 \times 60$  mm and a mutual sub-beam distance of 20 mm, one chip could be written using 6 partial beams at once. In this example, there are 6 groups of sub-beams, corresponding to the 6 sub-beams of each chip, by means of which different structures can be generated simultaneously.

In place of a wafer, other substrate may, of course, be used as well. In this connection, the present invention enables the processing of uneven substrates, for example, by determining the position of each imaging region and adjusting the respective individual beams to this position.

Vienna, 19<sup>th</sup> of August 1998

For the applicant:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**PATENT CLAIMS**

1. Apparatus for multibeam lithography by means of electrically charged particles, having a particle source (3) and a collimator optical system (4) for producing a particle beam (5) which is substantially homogeneous across its cross-section, and a multibeam optical system (8) positioned after the collimator optical system as seen in the direction of the beam for dividing the beam (5) into a plurality of sub-beams (7) and focusing the sub-beams onto the surface of a substrate (2), wherein the multibeam optical system comprises at least one aperture plate (6) comprising an array of a corresponding plurality of apertures to generate said sub-beams,

**characterized in that**

it comprises for each sub-beam (7) a deflection unit (10) positioned after the multibeam optical system, for correcting individual imaging aberrations of the sub-beam with respect to the desired target position and/or positioning the sub-beam during writing on the substrate surface.

2. Apparatus according to claim 1, **characterized in that** the electrically charged particles are ions.

3. Apparatus according to claim 1 or 2, **characterized in that** for each sub-beam, it comprises an electrostatic lens arrangement (9) for adjusting the beam diameter at the substrate surface.

4. Apparatus according to claim 3, **characterized in that** the electrostatic lens arrangement (9) is placed within the multibeam optical system (8).

5. Apparatus according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the deflection units (10) are electrostatic multipole electrodes.

6. Apparatus according to claim 5, **characterized in that** the electrostatic multipole electrodes are realized by means of microfabrication methods, e.g. using semiconductor technology.

7. Apparatus according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the deflection units (10) of the sub-beams are organized in groups, and the controlling of the beam positioning of the sub-beams can be performed synchronously for each group.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

8. Apparatus according to any one of claims 1 to 7, **characterized by** a reference plate (11) for alignment of the particle optical system.

9. Apparatus according to claim 8, **characterized by** an optical alignment system (15) by means of which the positions of the reference plate (11) and the substrate (2) can be adjusted to each other.

10. Apparatus according to any one of claims 1 to 9, **characterized by** several aperture plates (6) which are penetrated by the sub-beams (7) and whose apertures have a focusing effect according to the principle of aperture lenses.

11. Method for multibeam lithography by means of electrically charged particles, wherein a particle beam (3) is produced by a particle source (4), transferred into a beam (5) which is substantially homogeneous across its cross-section and divided into a plurality of sub-beams (7), the sub-beams (7) being formed by means of at least one aperture plate (6) having an array of a corresponding plurality of apertures, and the sub-beams are focused onto the surface of a substrate (2),

**characterized in that**

the beam position of each sub-beam (7) is deflected by means of a respective deflection unit (10) for correcting individual imaging aberrations with respect to the desired target position and/or positioning during writing on the substrate surface.

12. Method according to claim 11, **characterized in that** each sub-beam is adjusted with respect to its beam diameter at the substrate surface by means of an electrostatic lens arrangement (9).

13. Method according to claim 11 or 12, **characterized in that** the deflection units (10) of the sub-beams are controlled in groups respectively, and the sub-beams are positioned synchronously for each group.

14. Method according to any one of claims 11 to 13, **characterized in that** the particle optical system is aligned using a reference plate (11).

15. Method according to claim 14, **characterized in that** the positions of the reference plate (11) and the substrate (2) are adjusted to each other by means of an optical alignment system (15).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

16. Method according to any one of claims 11 to 15, **characterized in that** the sub-beams (7) penetrate several aperture plates (106) whose apertures have a focusing effect according to the principle of aperture lenses.

Vienna, 19<sup>th</sup> of August 1998

For the applicant:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**ABSTRACT**

An apparatus and a method for multibeam lithography by means of electrically charged particles, with a particle source (3) and a collimator optical system (4) for producing a particle beam (5) which is substantially homogeneous across its cross-section, and with a multibeam optical system (8) positioned after the collimator optical system as seen in the direction of the beam for dividing the beam (5) into a plurality of sub-beams (7) and focusing the sub-beams onto the surface of a substrate (2), wherein the multibeam optical system comprises at least one aperture plate (6) having an array of a corresponding plurality of apertures to generate said sub-beams, wherein the beam position of each sub-beam (7) is deflected by means of a respective deflection unit (10) for correcting individual imaging aberrations with respect to the desired target position and/or positioning during writing on the substrate surface.

Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

L



**ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT**  
A-1014 WIEN, KOHLMARKT 8 – 10

Gebührenfrei  
gem. § 14, TP 1. Abs. 3  
Geb. Ges. 1957 idgF.

Aktenzeichen **A 1415/98**

Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma IMS-Ionen Mikrofabrikations Systeme GmbH  
in A-1020 Wien, Schreygasse 3,**

am **19. August 1998** eine Patentanmeldung betreffend

**"Ionen-Vielstrahl-Lithographie",**

überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.

Es wurde beantragt, Dr. Hans Löschner in Wien, als Erfinder zu nennen.

**RECEIVED**

SEP 13 2000

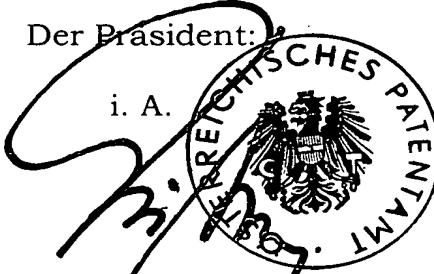
TECHNOLOGY CENTER 2800

Österreichisches Patentamt

Wien, am 5. August 1999

Der Präsident:

i. A.



Kanzleirat FUHRLINGER  
Fachoberinspektor

ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT  
Verwaltungsstellen-Direktion

..... 300,- S ..... / ..... €  
Kanzleigebühr bezahlt.

Ballaum

## AT PATENTSCHRIFT

(11)Nr.

(73) Patentinhaber:

IMS-Ionen Mikrofabrikations Systeme  
Wien (AT)

(54) Gegenstand :

Ionen-Vielstrahl-Lithographie

(61) Zusatz zu Patent Nr.

(67) Umwandlung aus GM

(62) Ausscheidung aus :

(22) (21) Angemeldet am: 19. August 1998

(33) (32) (31) Unionspriorität :

(42) Beginn der Patentdauer:

Längste mögliche Dauer:

(45) Ausgegeben am :

(72) Erfinder :

Dr. Hans Löschner  
Wien (AT)

(60) Abhängigkeit:

(56) Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:

## IONEN-VIELSTRAHL-LITHOGRAPHIE

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Vielstrahl-Lithographie mittels elektrisch geladener Teilchen mit einer Teilchenquelle und einer Kollimatoroptik zur Erzeugung eines über den Strahlquerschnitt im wesentlichen homogenen Teilchenstrahles und mit einer in Strahlrichtung nach der Kollimatoroptik angeordneten Vielstrahloptik zur Aufteilung des Strahles in eine Vielzahl von Teilstrahlen und zum Fokussieren der Teilstrahlen auf die Oberfläche eines Substrates, wobei die Vielstrahloptik zumindest eine Aperturplatte aufweist, welche eine Anordnung von entsprechend vielen Öffnungen zur Erzeugung der Teilstrahlen aufweist.

Ebenfalls betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Vielstrahl-Lithographie mittels elektrisch geladener Teilchen, bei welchem ein Teilchenstrahl von einer Teilchenquelle erzeugt, in einen über den Strahlquerschnitt im wesentlichen homogenen Strahl übergeführt und in eine Vielzahl von Teilstrahlen aufgeteilt wird, wobei die Teilstrahlen mittels zumindest einer Aperturplatte mit einer Anordnung von entsprechend vielen Öffnungen erzeugt werden, sowie die Teilstrahlen auf die Oberfläche eines Substrats fokussiert und die fokussierten ueber die Oberfläche des Substrats bewegt werden.

Ein Vielstrahl-Lithographiesystem dieser Art ist beispielsweise in dem Artikel „Characteristics and Applications of Multiple-Beam Machines“ von J.J. Muray, Microelectronics Engineering 9 (1989) 305–309, gezeigt. Hierbei wird ein Elektronen- oder Ionenstrahl mittels einer Aperturplatte, welche eine Vielzahl von Öffnungen mit gegenüber ihrem gegenseitigen Abstand kleinen Öffnungsdurchmesser in einer regelmäßigen Anordnung aufweist, in entsprechend viele Teilstrahlen aufgeteilt; die Teilstrahlen werden unter Ausnutzung des sogenannten Aperturlinsen- oder Fly's Eyes-Effekts der Aperturplattenöffnungen auf die Wafer-Oberfläche fokussiert.

Die Verwendung einer Anzahl von Teilchenstrahlen zum lithografischen Schreiben dient der Erhöhung des Durchsatzes bei gleichzeitiger Vergrößerung der bearbeiteten Substratfläche, d.i. gewöhnlich die Fläche eines Wafers, und zwar dadurch, daß Strukturen in verschiedenen Bereichen des Substrates bzw. Wafers gleichzeitig geschrieben werden. Dies kann insbesondere zum gleichzeitigen Schreiben untereinander gleicher Chip-Felder verwendet werden, in die ein Wafer nach einer regelmäßigen Anordnung aufgeteilt ist. Der geringere Teilchenstrom führt zudem zu deutlich niedrigerem Einfluß der Coulomb-Wechselwirkung innerhalb eines Teilstrahles und somit zu einem geringeren Beitrag zu den Abbildungsfehlern. Dagegen sind die technischen Fertigungsmöglichkeiten für die Aperturplatten bzw. diesen entsprechende Aperturlinsenanordnungen hinsichtlich der für die Abbildungseigenschaften

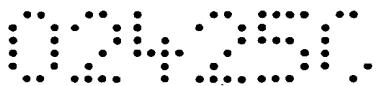
geforderten Präzision nicht oder nur unter untragbarem Aufwand vorhanden. Daher sind zusätzliche, individuelle Korrekturmöglichkeiten der Teilstrahlen vorzusehen.

In einem Konferenzpapier von N. Shimazu et al., „An Approach to Multiple E-Beam System“ des ‘International Workshop on High Throughput Charged Particle Lithography’, Hawaii, 11–15. August 1997, wird ein elektronenoptisches System mit einer einzelnen Elektronenkanone vorgestellt, in welchem der Strahl der Elektronenkanone nach dem Crossover mit einer Linsen-Matrix in eine Anordnung von Teilstrahlen aufgeteilt und der Crossover verkleinernd durch nachfolgende Anordnungen von verschiedenen Blenden und Objektivlinsen auf einen Wafer abgebildet wird. Die Fokussierung erfolgt hier jedoch nicht durch Aperturlinseneffekte, sondern durch hierfür eingerichtete Objektivlinsen mit vergleichsweise hoher numerischer Apertur. Ein Einstellen der Abbildungseigenschaften bzw. Korrigieren von Abbildungsfehlern mittels der individuellen Objektivlinsen wird in dem genannten Papier nicht ausdrücklich behandelt, wäre jedoch infolge der stark eingeschränkten Platzverhältnisse im Objektivbereich schwierig. Die Nähe des Substrates zu den Objektivlinsen führt weiters oft zu Problemen in Folge von Nebenprodukten bei der Substratbehandlung, z.B. bei dem bekannten Ausgasen von Resist-Schichten.

Ein Konferenzpapier von T.H.P. Chang et al., „Microcolumn Arrays for High Throughput Lithography“ desselben Workshops demonstriert die Realisierbarkeit von 1 keV-Elektronenstrahl-Säulen in Form eines Miniatur-Rasterelektronenmikroskops mit einer seitlichen Ausdehnung von 20 mm. Durch die Anordnung einer Vielzahl solcher Miniatarsäulen nebeneinander ist die Realisierung eines Vielstrahl-Lithographiesystems möglich. Da jede einzelne Miniatarsäule die gesamte Ausstattung eines Elektronenmikroskops aufweist, ist die Implementierung eines Vielstrahl-Lithographiesystems entsprechend aufwendig bei Aufbau und Wartung, insbesondere jedoch bei der Einjustierung der Miniatarsäulen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, es bei einer Vielstrahl-Lithographie zu ermöglichen, die Einzelstrahlen unabhängig voneinander einzustellen, wobei in die Vielstrahloptik zur Erzeugung der Einzelstrahlen und Fokussierung auf das Substrat möglichst wenig eingegriffen werden soll. Zusätzlich soll es hierbei möglich sein, das Substrat von der Teilchenoptik abzurücken, um die Waferebene von der Optik zu „entkoppeln“.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß für jeden Teilstrahl eine nach der Vielstrahloptik angeordnete Ablenkeinheit zur Korrektur individueller Abbildungsfehler des Teilstrahls hinsichtlich der vorgesehenen Zielposition und/oder zur Strahlpositionierung während des Schreibens auf der Substratoberfläche vorgesehen ist.



Diese Lösung erbringt den Vorteil, daß die Abbildungsfehlerkorrektur der Einzelstrahlen unabhängig von der eigentlichen Fokussierung der Einzelstrahlen durchführbar und somit leichter zu handhaben ist. Die Verwendung der Ablenkeinheit zur Strahlpositionierung während des Schreibens der Strukturen, z.B. in einer Resist-Beschichtung, führt zu einer Entlastung der geforderten Genauigkeit der mechanischen Waferpositionierung.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfundungsgemäße Vorrichtung verwendet als geladene Teilchen Ionen. Dies ist nicht nur wegen der im Vergleich zu Elektronen wesentlich kleineren Wellenlänge der Ionen vorteilhaft, sondern auch wegen der dadurch mit der Ionenoptik erreichbaren deutlich kleineren numerischen Apertur. Dadurch kann der Abstand zwischen der Vielstrahloptik und dem Substrat wesentlich vergrößert werden, was nicht nur genügend Raum für die erfundungsgemäße Ablenkeinheit gestattet, sondern auch die Entkopplung der Waferebene von der Ionenoptik zuläßt.

Eine weitere günstige Variante weist für jeden Teilstrahl eine Anordnung elektrostatischer Linsen zur Justierung des Strahldurchmessers auf der Substratoberfläche auf, wodurch die Einstellung der Teilstrahlen, sodaß sie zueinander gleichwertig sind, vereinfacht ist.

Hierbei kann sich die Anordnung elektrostatischer Linsen innerhalb der Vielstrahloptik befinden, was z.B. aus Platzgründen vorteilhaft ist.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfundung sind die Ablenkeinheiten elektrostatische Multipolelektroden, welche die Realisierung einer Fülle von Abbildungskorrekturen ermöglichen.

Hierbei erfolgt die Realisierung der elektrostatischen Multipolelektroden günstigerweise mittels Mikrofabrikation, z.B. unter Verwendung von Halbleiter-Technologie.

Es ist weiters günstig, etwa um die Anspeisung und Steuerung der großen Zahl von Ablenkeinheiten zu vereinfachen, wenn die Ablenkeinheiten der Teilstrahlen jeweils gruppenweise zusammengefaßt und die Steuerung der Strahlpositionierung der Teilstrahlen innerhalb jeder Gruppe synchron durchführbar ist.

Eine weitere vorteilhafte Variante verwendet eine Referenzplatte zum Einrichten der Teilchenoptik, wodurch die Optik auch ohne die Anwesenheit eines Substrates eingerichtet werden kann.

Hierbei ist es günstig, wenn die Positionen der Referenzplatte und des Substrats mittels eines optischen Alignmentsystems zueinander ausgerichtet werden.

In einer weiteren, in der Handhabung des Betriebes günstigen Ausführungsform werden mehrere Aperturplatten von dem Teilchenstrahl durchlaufen, wobei die Öffnungen der Aperturplatten eine fokussierende Wirkung nach dem Prinzip der Aperturlinsen aufweisen.

Die oben gestellte Aufgabe wird gleichermaßen von einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem die Strahlposition jedes Teilstrahles zur Korrektur individueller Abbildungsfehler hinsichtlich einer vorgesehenen Zielposition und/oder zur Positionierung während des Schreibens auf der Substratoberfläche mittels jeweils einer Ablenkeinheit abgelenkt wird. Die hierdurch erbrachten Vorteile entsprechen denen der erfundungsgemäßen Vorrichtung.

In einer hinsichtlich der Vereinfachung des Justierens der Teilstrahlen vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens wird jeder Teilstrahl hinsichtlich des Strahldurchmessers auf der Substratoberfläche mittels einer Anordnung elektrostatischer Linsen justiert.

Um die Anspeisung und Steuerung der großen Zahl von Ablenkeinheiten zu vereinfachen, ist es von Vorteil, wenn die Ablenkeinheiten der Teilstrahlen jeweils gruppenweise gesteuert und die Teilstrahlen innerhalb jeder Gruppe synchron positioniert werden.

In einer weiteren Variante, die das Einstellen der Teilchenoptik unabhängig von einem Substrat erlaubt, wird weiters die Teilchenoptik unter Verwendung einer Referenzplatte eingerichtet.

Günstigerweise werden hierbei die Positionen der Referenzplatte und des Substrats mittels eines optischen Alignmentsystems zueinander ausgerichtet.

Es ist für die Realisierung des Verfahrens weiters günstig, wenn die Teilstrahlen mehrere Aperturplatten durchlaufen und deren Öffnungen die Teilstrahlen nach dem Prinzip der Aperturlinsen fokussieren.

Im folgenden wird die Erfindung samt weiterer Vorzüge anhand eines in den beigelegten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 ein erfundungsgemäßes Vielstrahl-Lithographiesystem in einer Längsschnittansicht,

Fig. 2 eine Referenzplatte zur Verwendung in dem Lithographiesystem in perspektivischer Ansicht.

In Fig. 1 ist ein beispielhaftes Ionen-Vielstrahl-Lithographiesystem 1 nach der Erfindung schematisch dargestellt, welches zum Schreiben von Strukturen auf einem Resist-beschichteten

Wafersubstrat 2 dient. Der erste Teil des Systems, bestehend aus einer im wesentlichen punktförmigen Teilchenquelle 3, in diesem Falle eine Ionenquelle für z.B. Helium-Ionen, und einer Kollimatoroptik 4, dient zur Erzeugung eines breiten Ionenstrahles 5 mit zumindest Waferdurchmesser, also z.B. 300 mm bzw. 450 mm. Eine bekannte Kollimatoroptik zur Erzeugung eines solchen Teilchenstrahles ist in der DE 196 27 170 A1 beschrieben. Der Ionenstrahl 5 ist über seine Strahlweite im wesentlichen homogen, sodaß der Teilchenstrom der verschiedenen Teilstrahlen innerhalb der vorgegebenen Toleranzen bleibt.

Der breite Ionenstrahl 5 trifft telezentrisch auf ein System elektrostatischer Aperturplatten 6, welche den Ionenstrahl in eine Anzahl von Einzelstrahlen aufteilen und deren Öffnungen so gestaltet sind, daß durch Aperturlinseneffekte einzelne fokussierte Ionen-Teilstrahlen 7 mit gebündelter Intensität realisiert werden. Die Aperturplatten 6 bilden gemeinsam mit weiteren den Teilstrahlen 7 zugeordneten Abbildungselementen eine Vielstrahloptik 8, welche sowohl der Aufteilung des breiten Ionenstrahles 5 als auch der präzisen Abbildung bzw. Fokussierung der einzelnen Teilstrahlen 7 auf den Wafer 2 dient. Zur individuellen Einstellung der Fokussiereigenschaften der Teilstrahlen, insbesondere des Strahldurchmessers auf der Substratoberfläche, ist eine Anordnung von elektrostatischen Linsen 9 vorgesehen, welche vorteilhaftweise zwischen den Aperturplatten angeordnet ist.

Zwischen letzter Aperturplatte und Wafersubstrat befindet sich für jeden Ionenstrahl erfindungsgemäß eine Ablenkeinheit 10, welche in dem Ausführungsbeispiel in Form eines elektrostatischen Multipols realisiert ist, sowie eine Referenzplatte 11. Jeder Ionenstrahl 7 kann mit Hilfe des elektrostatischen Multipols grundsätzlich unabhängig von den anderen Teilstrahlen auf einen Ort des Wafersubstrats 2 eingestellt werden. Dies kann unter anderem für den Ausgleich von Abbildungsfehlern, die nicht durch andere Ausgleichselemente wie etwa die elektrostatischen Linsenelemente 9 korrigiert wurden, verwendet werden. Die elektrostatischen Multipole 10 können z.B. durch Mikrofabrikation hergestellte Anordnung von Multipolelektroden realisiert sein; dies ist übrigens ebenso für die elektrostatischen Linsen 9 möglich. Die Methoden der Mikrofabrikation, die von der Halbleiter-Technologie her dem Fachmann wohlbekannt sind, gestatten die Erzeugung von Strukturen mit geringen Dimensionen im Bereich einiger Millimeter und darunter, und eignet sich somit in hervorragender Weise auch für die Herstellung der erfindungsgemäßen Elektrodenanordnungen.

Die Verwendung von Ionen weist gegenüber den gebräuchlicheren Elektronen eine Reihe von Vorteilen auf. Infolge der deutlich kleineren Wellenlänge von Ionen wie z.B. Helium-Ionen – bei einer Energie von 100 keV ist die Wellenlänge von Elektronen ca. 4 pm, von Helium-Ionen ca. 0,05 pm – kann bei einer Ionenoptik eine numerische Apertur erreicht werden, die um zwei Größenordnungen kleiner ist als bei der entsprechenden Elektronenoptik. Dadurch kann die Waferebene von der Optik entsprechend weit abgerückt werden, wodurch unter anderem auch

die Möglichkeit von Rückwirkungen des Wafers auf die Optik, z.B. durch von einer Resist-Beschichtung ausgasende Stoffe, verringert wird. Während bei Elektronen hoher Energie, d.h. im Bereich ab ca. 10 keV, sich der sogenannten Proximity-Effekt durch Streuung im Resist-Material und Rückstreuung im Substrat als sehr störend bemerkbar macht, sowie bei Elektronen niedrigerer Energie oft ein Übersprechen zwischen den Einzelstrahlen auftritt, treten diese Probleme bei Ionen wegen ihrer vergleichsweise großen Masse in deutlich geringerem Ausmaß auf. Zudem ist die Empfindlichkeit der Resist-Materialien gegenüber Ionen gewöhnlich höher, typischerweise um einen Faktor von ca. 20.

Die Ablenkeinheiten 10 können auch für die Strahlablenkung im Betrieb zum Schreiben der Substratstrukturen verwendet werden. Hierbei werden günstigerweise die Teilstrahlen 7, z.B. jeder zweite oder sechste, zu Gruppen zusammengefaßt und die Ablenkung der Teilstrahlen innerhalb dieser Gruppe synchron durchgeführt, um die Anspeisung und Steuerung der großen Zahl von Ablenkeinheiten 10 zu vereinfachen. Da der Bereich, über den ein Teilstrahl abgelenkt werden kann, – typische Werte sind etwa  $10 \times 10 \mu\text{m}$  oder  $100 \times 100 \mu\text{m}$  – klein ist im Vergleich zu einem jeweils von einem Teilstrahl zu schreibenden Bereich, muß hierbei jedenfalls ein Zusammenwirken mit einer Bewegung des Wafertisches 12 erfolgen. Da die Ablenkeinheit 10 eine Positionierung des Einzelstrahles 7 auf dem Wafer 2 mit hoher Genauigkeit durchführen kann, z.B. mit Hilfe der unten beschriebenen Methoden, ist für den Wafertisch 12 nur mehr eine Positionierung des Wafers über Distanzen entsprechend der Ablenkweite (z.B.  $10 \mu\text{m}$  oder  $100 \mu\text{m}$ ) hinweg und bei geringeren Anforderungen an die Positioniergenauigkeit erforderlich. Andererseits muß der Wafertisch vorteilhafterweise nur mehr für Distanzen von maximal dem Abstand von zwei Teilstrahlen 7, gegebenenfalls zuzüglich einer Reserve, eingerichtet sein, also beispielsweise 10 mm in X- und Y-Richtung, wenn die Einzelstrahlen in 10 mm Abstand zueinander stehen.

Die in Fig. 2 gezeigte Referenzplatte 11 besteht beispielsweise in Hybridbauweise aus einer Zerodurplatte, welche für jeden Einzelstrahl ein geeignet großes, beispielsweise quadratisches Fenster aufweist und auf welche lokal Siliziumwaferteile mit Registrierstrukturen 13 gebondet werden. Jeder Ionenstrahl kann mit Hilfe des elektrostatischen Multipols auf eine Registriermarke 13 gerichtet und über diese gescannt werden. Die dabei generierten Sekundärelektronen können über einen der Registriermarke zugeordneten Sekundärelektronen-Detektor 14 auf der Referenzplatte 11 registriert werden; somit ist jederzeit eine Kalibrierung und Positionierung der einzelnen Ionenstrahlen möglich. Ein Detektor 14 ist für die Detektion von Sekundärelektronen aus jeweils einer Registriermarke 13 oder einer bestimmten Gruppe von Registriermarken ausgelegt. Jedem Teilstrahl 7 ist ein Fenster der Referenzplatte mit je zwei Registriermarken, entsprechend der X- und der Y-Richtung, zugeordnet. Die Registriermarken können auch beim Blanking verwendet werden, wobei der Einzelstrahl auf die Registriermarken gerichtet wird. Die Ausrichtung des Wafers, das sogenannte Alignment,

004251

erfolgt z.B. optisch über ein oder mehrere an die Referenzplatte 11 befestigten Alignment-Systemen 15. Alignmentsysteme werden bereits standardmäßig in der optischen Lithographie verwendet; ein für die Erfindung geeignetes Alignmentsystem ist z.B. in der EP 0 294 363 (deren Offenbarung der US 4,967,088 entspricht) der Anmelderin offenbart. Um einen hohen Durchsatz zu erzielen und um den Wafertisch-Fahrbereich gering zu halten, sind mehrere, parallel arbeitende optische Wafer-Alignment-Systeme 15 vorgesehen, zumindest zwei, vorteilhafterweise vier, mit denen am Waferrand für den zu belichtenden Wafer als ganzes die Größen X, Y, Rotation, Maßstab und X-Y-Maßstab vermessen werden können. Auf diese Weise reicht ein Aperturplattensystem aus, um eine Vielzahl von lithographischen Aufgaben zu erfüllen.

Eine Waferbelichtung erfolgt jeweils nach einem optischen Alignment durch Abscannen der parallel arbeitenden Ionenstrahlen innerhalb von Ablenkbereichen, die wie bereits erwähnt über einen Waferversatz aneinandergefügt werden. Jedem Teilstrahl ist ein Bildfeld auf dem Wafer zugeordnet, wobei die Teilstrahlen in einer regelmäßigen Anordnung arrangiert sind, welche mit der gewöhnlich rechteckigen Aufteilung des Wafers in Chips korrespondiert. Beispielsweise kann ein Bildfeld jeweils einem Chip des Wafers entsprechen, was einer 1:1-Zuordnung entspräche. In einem solchen Fall würden alle Chips des Wafers gleichzeitig geschrieben werden. Alternativ hierzu kann in einer 1:n-Entsprechung jeweils jeder n-te (zweite, dritte usw.) Chip geschrieben werden, und der Schreibvorgang wird entsprechend oft für die übrigen Chips nach einer Umpositionierung wiederholt. Umgekehrt ist es auch möglich, etwa bei großen Chips mehrere Strahlen in einem Chipbereich schreiben zu lassen, so könnte bei einer angenommenen Chipgröße von 40×60 mm und einem Abstand der Teilstrahlen von 20 mm ein Chip von jeweils 6 Teilstrahlen gleichzeitig geschrieben werden. In diesem Beispiel gibt es 6 Gruppen von Teilstrahlen entsprechend den 6 Strahlen eines Chips, mit denen jeweils verschiedene Strukturen gleichzeitig erzeugt werden können.

Anstelle eines Wafers können selbstverständlich auch andere Substrate verwendet werden. Hierbei ermöglicht die Erfindung auch die Behandlung unebener Substrate z.B. dadurch, daß der Ort jedes Bildbereichs einzeln bestimmt und die Einzelstrahlen jeweils auf diesen eingestellt werden.

Wien, den 19. Aug. 1993

Die Anmelderin  
durch:

PATENTANWALT  
DIPL. ING. FRANZ MATSCHNIC  
A-1071 WIEN, SIEBENSTERNGASSE 34  
TEL. 523 34 96 FAX 526 48 88

## PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Vielstrahl-Lithographie mittels elektrisch geladener Teilchen mit einer Teilchenquelle (3) und einer Kollimatoroptik (4) zur Erzeugung eines über den Strahlquerschnitt im wesentlichen homogenen Teilchenstrahles (5) und mit einer in Strahlrichtung nach der Kollimatoroptik angeordneten Vielstrahloptik (8) zur Aufteilung des Strahles (5) in eine Vielzahl von Teilstrahlen (7) und zum Fokussieren der Teilstrahlen auf die Oberfläche eines Substrates (2), wobei die Vielstrahloptik zumindest eine Aperturplatte (6) aufweist, welche eine Anordnung von entsprechend vielen Öffnungen zur Erzeugung der Teilstrahlen aufweist,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

sie für jeden Teilstrahl (7) eine nach der Vielstrahloptik angeordnete Ablenkeinheit (10) zur Korrektur individueller Abbildungsfehler des Teilstrahls hinsichtlich der vorgesehenen Zielposition und/oder zur Strahlpositionierung während des Schreibens auf der Substratoberfläche aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrisch geladenen Teilchen Ionen sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie für jeden Teilstrahl eine Anordnung elektrostatischer Linsen (9) zur Justierung des Strahldurchmessers auf der Substratoberfläche aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anordnung elektrostatischer Linsen (9) sich innerhalb der Vielstrahloptik (8) befindet.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ablenkeinheiten (10) elektrostatische Multipolelektroden sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Multipolelektroden mittels Mikrofabrikation, z.B. unter Verwendung von Halbleiter-Technologie, realisiert sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ablenkeinheiten (10) der Teilstrahlen jeweils gruppenweise zusammengefaßt und die Steuerung der Strahlpositionierung der Teilstrahlen innerhalb jeder Gruppe synchron durchführbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Referenzplatte (11) zum Einrichten der Teilchenoptik.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch ein optisches Alignmentsystem (15), mittels welchem die Positionen der Referenzplatte (11) und des Substrats (2) zueinander ausrichtbar sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch mehrere Aperturplatten (6), die von den Teilstrahlen (7) durchlaufen werden und deren Öffnungen eine fokussierende Wirkung nach dem Prinzip der Aperturlinsen aufweisen.
11. Verfahren zur Vielstrahl-Lithographie mittels elektrisch geladener Teilchen, bei welchem ein Teilchenstrahl (3) von einer Teilchenquelle (4) erzeugt, in einen über den Strahlquerschnitt im wesentlichen homogenen Strahl (5) übergeführt und in eine Vielzahl von Teilstrahlen (7) aufgeteilt wird, wobei die Teilstrahlen (7) mittels zumindest einer Aperturplatte (6) mit einer Anordnung von entsprechend vielen Öffnungen erzeugt werden, und die Teilstrahlen auf die Oberfläche eines Substrats (2) fokussiert werden,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Strahlposition jedes Teilstrahles (7) zur Korrektur individueller Abbildungsfehler hinsichtlich einer vorgesehenen Zielposition und/oder zur Positionierung während des Schreibens auf der Substratoberfläche mittels jeweils einer Ablenkeinheit (10) abgelenkt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** jeder Teilstrahl hinsichtlich des Strahldurchmessers auf der Substratoberfläche mittels einer Anordnung elektrostatischer Linsen (9) justiert wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ablenkeinheiten (10) der Teilstrahlen jeweils gruppenweise gesteuert und die Teilstrahlen innerhalb jeder Gruppe synchron positioniert werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Teilchenoptik unter Verwendung einer Referenzplatte (11) eingerichtet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Positionen der Referenzplatte (11) und des Substrats (2) mittels eines optischen Alignmentsystems (15) zueinander ausgerichtet werden.

004700

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen (7) mehrere Aperturplatten (6) durchlaufen, deren Öffnungen die Teilstrahlen (7) nach dem Prinzip der Aperturlinsen fokussieren.

Wien, den

19. Aug. 1998

Die Anmelderin

durch:

PATENTANWALT  
DIPL. ING. FRANZ MATSCHNIG  
A-1071 WIEN, SIEBENSTERNGASSE 54  
TEL. 523 34 96 FAX 526 48 86

004050

P 7589

## ZUSAMMENFASSUNG

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Vielstrahl-Lithographie mittels elektrisch geladener Teilchen mit einer Teilchenquelle (3) und einer Kollimatoroptik (4) zur Erzeugung eines über den Strahlquerschnitt im wesentlichen homogenen Teilchenstrahles (5) und mit einer in Strahlrichtung nach der Kollimatoroptik angeordneten Vielstrahloptik (8) zur Aufteilung des Strahles (5) in eine Vielzahl von Teilstrahlen (7) und zum Fokussieren der Teilstrahlen auf die Oberfläche eines Substrates (2), wobei die Vielstrahloptik zumindest eine Aperturplatte (6) aufweist, welche eine Anordnung von entsprechend vielen Öffnungen zur Erzeugung der Teilstrahlen aufweist, wobei die Strahlposition jedes Teilstrahles (7) zur Korrektur individueller Abbildungsfehler hinsichtlich einer vorgesehenen Zielposition und/oder zur Positionierung während des Schreibens auf der Substratoberfläche mittels einer Ablenkeinheit (10) abgelenkt wird.

Fig. 1

A1415/98-1 024250

1/2

Urtext

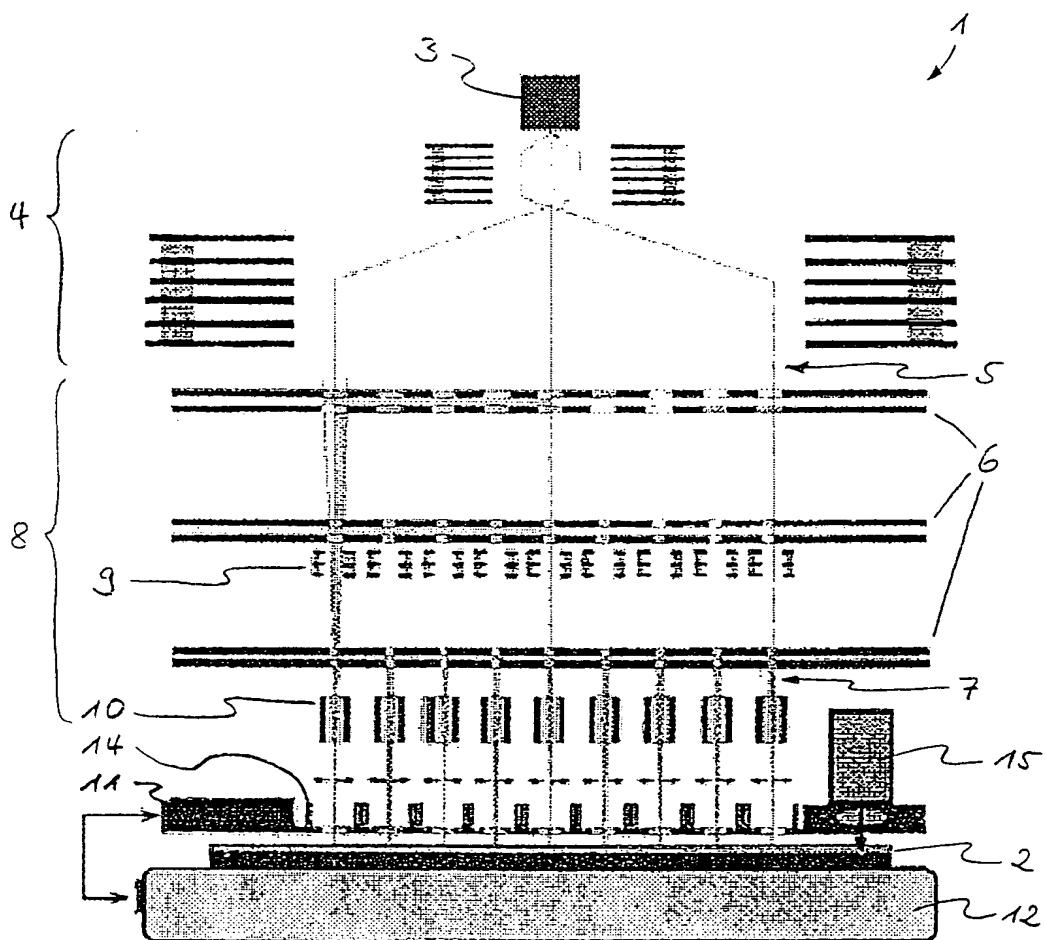


Fig. 1

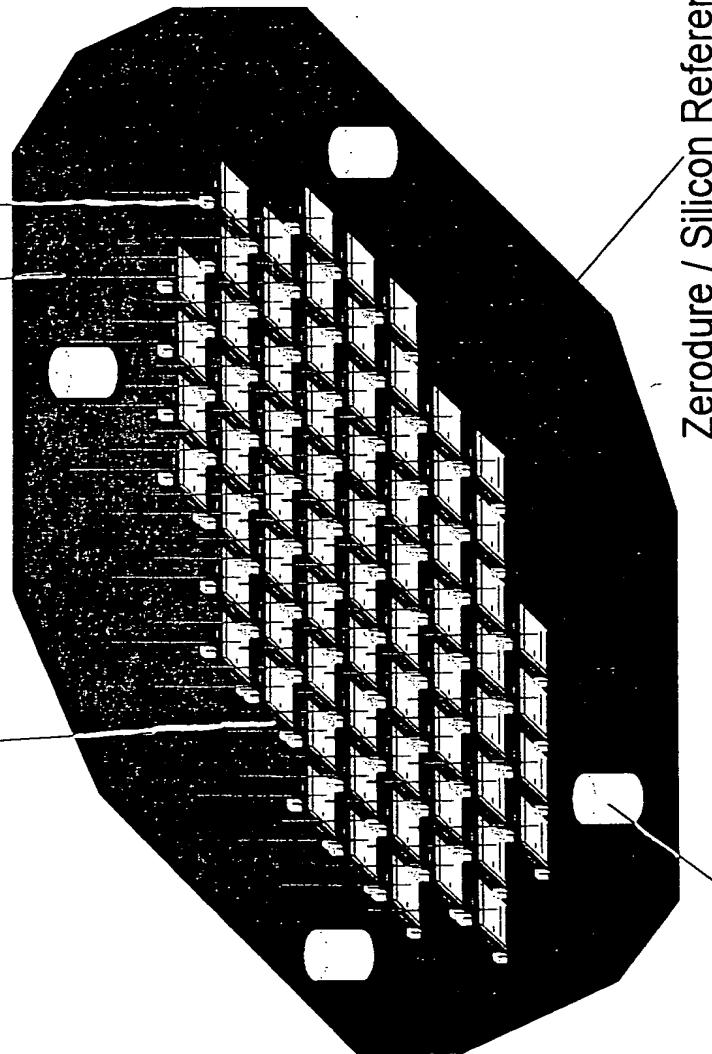
A1415/98-1024260  
2/2

Urtext

Focused Ion Beam / Partial Beam 7

Registration Site 13

Secondary Electron Detector 14



Optical Wafer Alignment System 15

Fig. 2